

平成22年1月19日
農林水産技術会議

農工の学術連携

東京農工大学理事・副学長

松永 是

農工の学術連携

- 低炭素社会の実現
- 安定した食料供給
- 新産業創出
- 発展途上国における技術の向上

低炭素社会実現のための研究開発

- 太陽電池
- 自然エネルギー（風力、水力、地熱等）
- 省エネルギー（LED、燃料電池等）
- 電気自動車（リチウムイオンバッテリー）
- バイオ燃料

東京農工大学における農工学術連携

- 生物システム応用科学研究科の設立(1995年)
農工融合
MORE SENSE
(使命指向型教育研究—美しい地球持続のための全学的努力)
 - 国立大学法人化、大学院部局化(一研究院、三学府)(2004年)
 - 第一期中期目標、計画(2004年～2009年)の評価
 - 第二期中期目標、計画(2010年～2015年)の策定
- 研究大学としての更なる発展を目指した大学院改革
- 生物システム応用科学府の改組
 - 二研究院、三学府
 - 早稲田大学との国私連携共同大学院の設立
 - 技術経営研究科(MOT)と工学府との融合

農工学術連携としての生物システム応用科学 の更なる発展

- 農工融合
- バイオエンジニアリング、生命科学、健康科学の農学、工学分野への応用
- 獣医工連携
- 具体的な分野
 - ロボット、MEMS、医療工学、脳神経科学、生体計測、環境科学、微生物学、植物工学、バイオ燃料、植物工場など

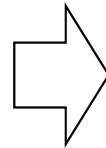
低炭素社会実現のための バイオ燃料研究開発



海洋バイオマスの有効性

バイオマスの要件

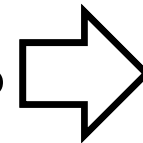
- ・資源量が豊富
- ・持続的生産、再生可能資源
- ・種類、利用法とも多様性に富む



バイオマス資源は海洋が最大
(日本は世界第6位の排他的経済水域を有する)

1) 微生物資源

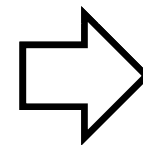
- ・生物種は多様 ----- 99%以上が未知/難培養微生物¹⁾
- ・水素生産光合成細菌²⁾、水素生産シアノバクテリア³⁾
- ・油滴生産微細藻類⁴⁾
- ・高度燃料生産株は今後も分離される可能性がある



バイオディーゼル生産

2) 海藻資源

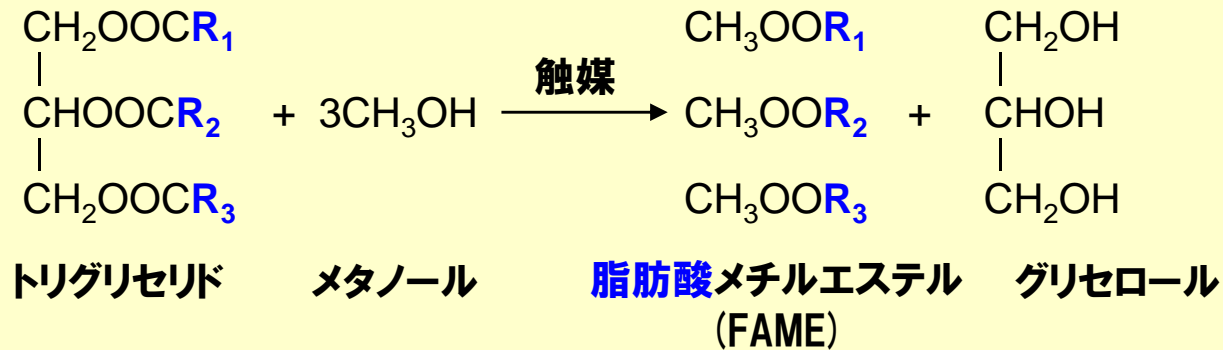
- ・養殖技術は歴史的にも古く、世界一の技術⁵⁾
- ・日本近海海藻の種類は1500種類⁶⁾



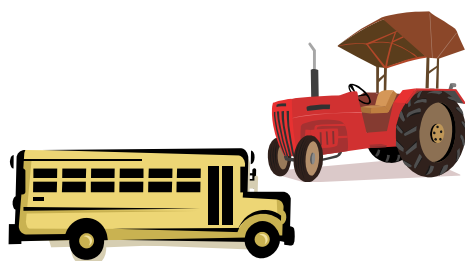
エタノール生産
(C5糖利用→新規代謝酵素の探索)

1) Giovannoni et al. (1990) Nature, 345, 60-63., 2) Matsunaga et al. (2000) Biotechnol. Bioeng., 68, 647-651., 3) Mitsui et al. (1983) Ann. N.Y. Acad. Sci., 413, 514-530., 4) Brown et al. (1964) Phytochemistry, 8, 543-547. 5) <http://www.ne.jp/asahi/marine/algae/seisan.html> 6) <http://www.umeshunkyo.or.jp/207/255/data.html>

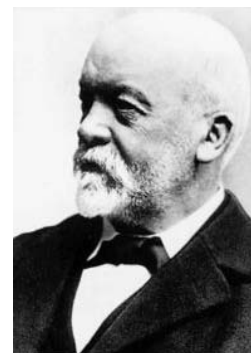
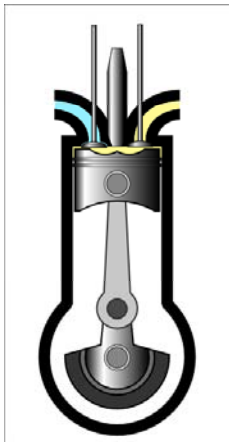
バイオディーゼル燃料 (BioDiesel Fuel: BDF)



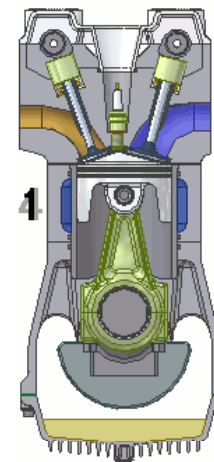
バイオエタノールに次ぐ、主に軽油代替のバイオ燃料。ディーゼルエンジンは普通自動車の他、大型車両、船舶、航空機、農作機など広範に利用される。



ルドルフ・ディーゼル
(独・1858年-1913年)



ゴットリーブ・ダイムラー
(独・1834年-1900年)



国内外のBDF生産

国内生産のほとんどは、京都市廃食用油燃料化施設
(平成14年度脱温暖化地域構造改革事業費補助金～)

0.15 万kL/年

NEDO バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第2版)

ゴミ収集車と市バスの一部で利用



ドイツ: 約250万kL
米国: 約100万kL
フランス: 約70万kL

日本の植物油供給（平成19年、千トン）

	油の種類	国内で搾油	輸入した油	合計
種子から抽出	なたね油（カノーラ油）	943	18	961
	大豆油	576	42	618
	ごま油	45	3	48
	綿実油	6	6	12
	サフラワー油	0	14	14
	ひまわり油	0	21	21
	やし油	0	61	61
	パーム核油	0	73	73
	その他の油	5	65	70
副産物から抽出	コーン油	98	0	98
	こめ油	63	28	91
果肉から抽出	オリーブ油	0	30	30
	パーム油	0	532	532
合計		1,736	888	2,624

→ 約260万トン

社団法人日本植物油協会 平成20年度資料より

260万トンをバイオディーゼル燃料に変換

→ 297万KL-BDF・・・実際、廃油として回収できるのは僅か

国内年間軽油消費量

→ 約4000万KL

微細藻類の利用について

微細藻類の利用 (利点) 食物原料との競合の回避
高等植物と比較して高い生育速度 (**高生産性**)

(課題) 水資源の確保 → 海洋資源の利用
→ 海洋微細藻類の探索

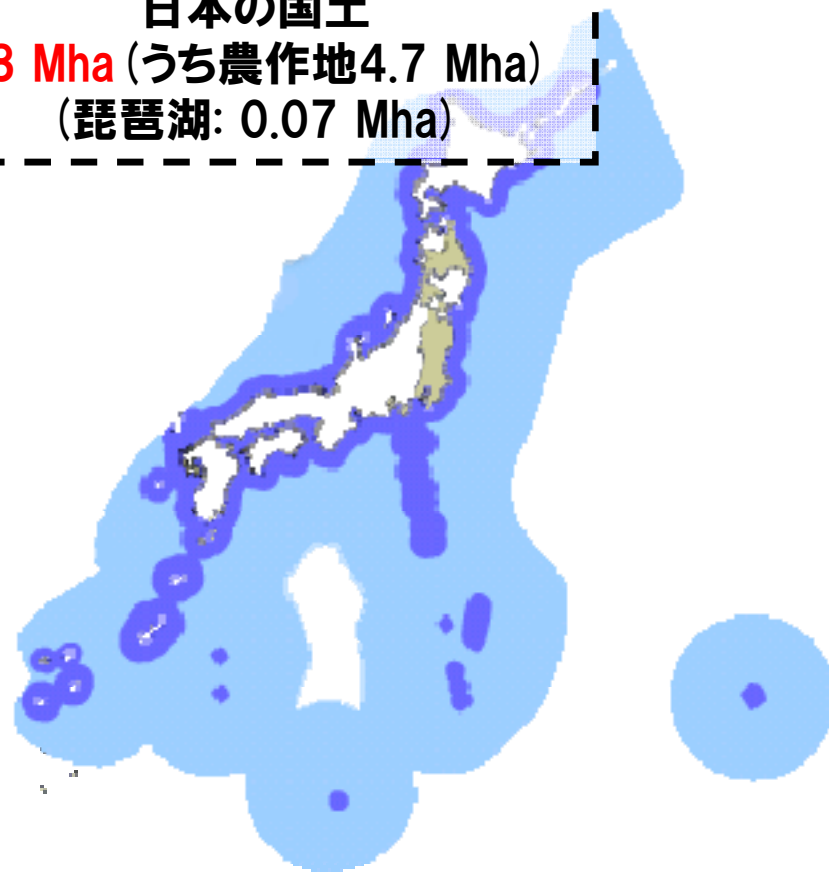
バイオディーゼルの生産性比較 (Biotechnol. Adv. 2007)

作物	生産性 (L/ha)	必要作付面積 ^a
トウモロコシ	172	1,540 Mha
大豆	446	594 Mha
ヤトロファ 非食物系	1,892	144 Mha
油ヤシ	5,950	45 Mha
微細藻類^b	136,900	2 Mha

^a 米国輸送燃料の50%をバイオディーゼルにする場合に必要
な作付面積

^b 重量あたり70%のオイルを含有する微細藻類

日本の国土
38 Mha (うち農作地4.7 Mha)
(琵琶湖: 0.07 Mha)



日本の排他的経済水域
448 Mha (世界第6位)

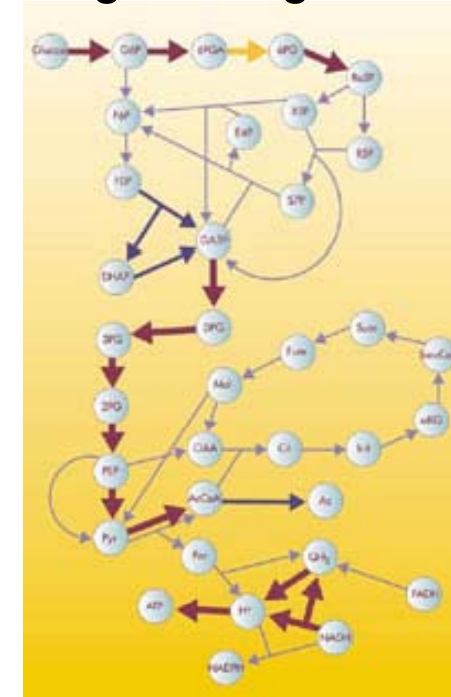
Directed Evolution



High-Throughput Robotic Screening



Metabolic Engineering

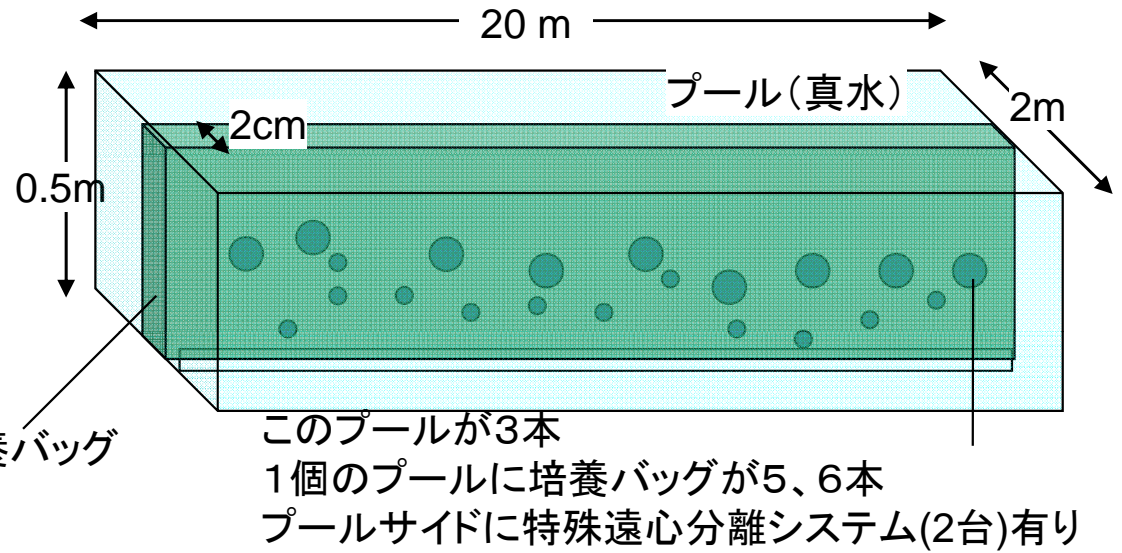
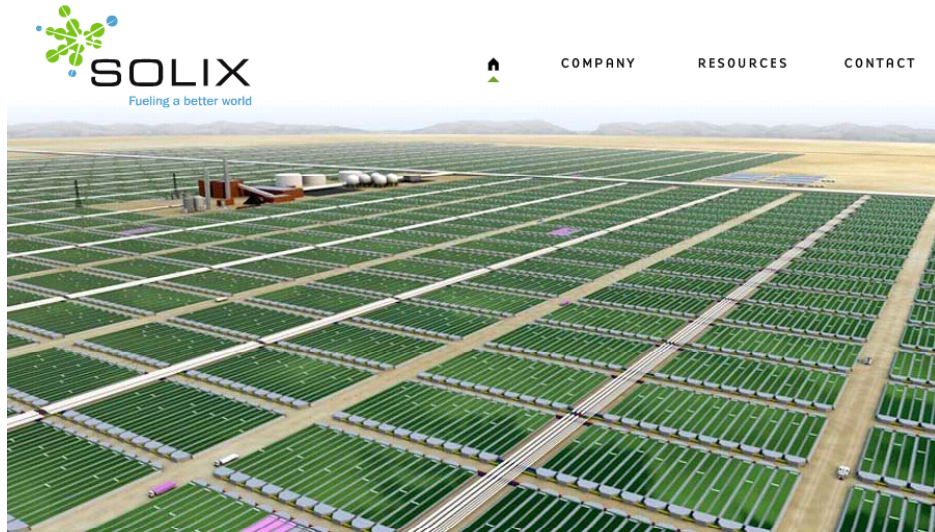


- 使用株: 微細藻類の遺伝子組み換え体
- Core technology: Directed evolution + High-throughput robotic screening + Metabolic engineering
- Reactor type: 発酵タンク
- Output: 輸送燃料用バイオディーゼル



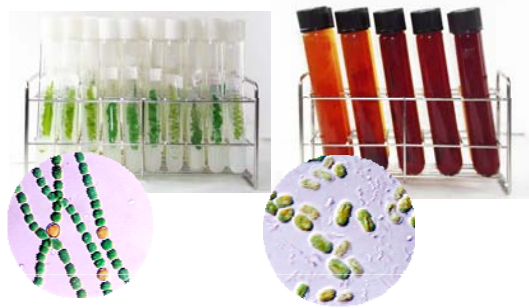
- ！ 使用株: 数万の中からスクリーニングした微細藻類
- ！ Core technology: Aurora's process(海洋利用も計画)
- ！ Reactor type: **Open pond, raceway**
- ！ Output: 輸送燃料用バイオディーゼル

米国ベンチャー企業の動向(3) Solix社



海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産

東京農工大学/J-POWER 共同研究 (平成14年~現在)



マリンカルチャーコレクション (1万株以上)

トリグリセリド生産
海水要求性

候補株	脂質含量%
<i>Navicula</i> sp. JPCC DA0580	60.0
<i>Tetraselmis</i> sp. NKG 400013	44.0
<i>Chlorella</i> sp. NKG 400014	24.5
<i>Chlorococcum</i> sp. NKG 400019	20.6
<i>Pleurastrum</i> sp. JPCC GA 0456	17.5

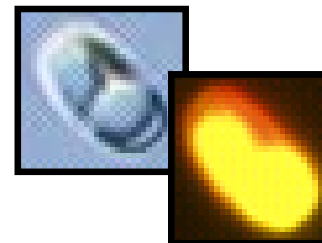
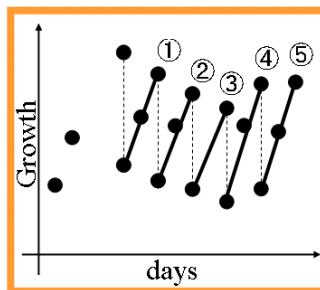
候補株の選抜 (Matsunaga et al.,
Biotechnol Lett (2009))



JPCC DA0580株
(特願2008-264490)

- ・高い脂質含量(60%)
- ・海水での良好な生育
- ・遺伝子組み換え系の確立
- ・特異な脂肪酸組成
- ・スクアレン生産

研究アプローチ(2)



バイオマス量
(g/L)

x

リアクターサイズ
(L/ha)

x

年間稼働回数
(回/year)

x

オイル割合

=

生産性
(L-oil/ha/year)

現状

0.4

高密度培養

x10

166,667



166,667

集積化

x10

35
(250日/7日)

生育速度の向上

x2

70

0.6

0.6

脂肪酸組成の改変

0.6

=

=

=

1,400

パーム椰子
3,740

28,000

パーム椰子の約
74倍の生産性

280,000

フェーズ1

4.0

フェーズ2

4.0

評価指標の定量化

(BDF)

燃料生産量 (t/ha・年)

生産コスト (円/L)

(エネルギー)

正味のエネルギー生産量 (MJ/yr)

累計の投入エネルギー (MJ/yr)

エネルギー収支

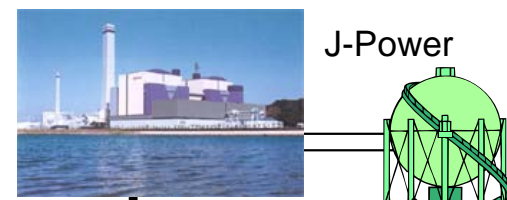
エネルギーペイバックタイム (年)

エネルギー供給能 (kg/day)

(CO₂)

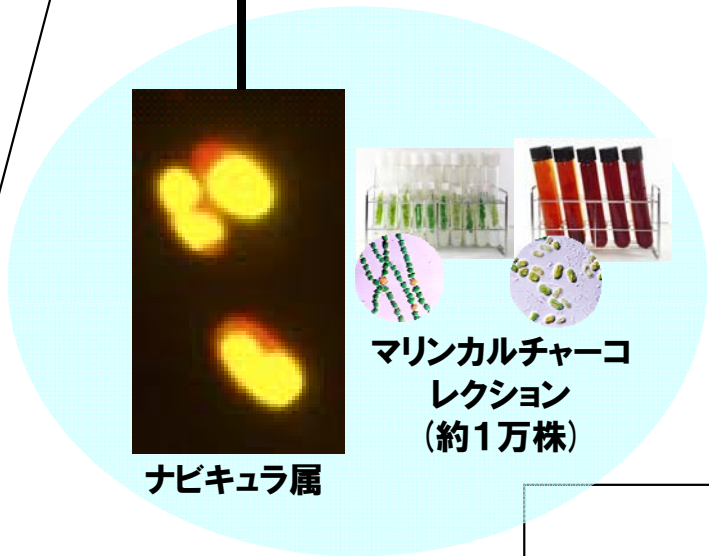
二酸化炭素削減 (kg-CO₂/yr)

培養プロセス
(open or closed etc)



回収プロセス
(遠心 など)

抽出プロセス
(dry or wet)



海洋利用の有効性
(海水資源／海洋微細藻類)

植物工場



関東地域で取り組む先進的植物工場施設整備事業の概要

～東京農工大学の取組み～

平成21年10月

事業名

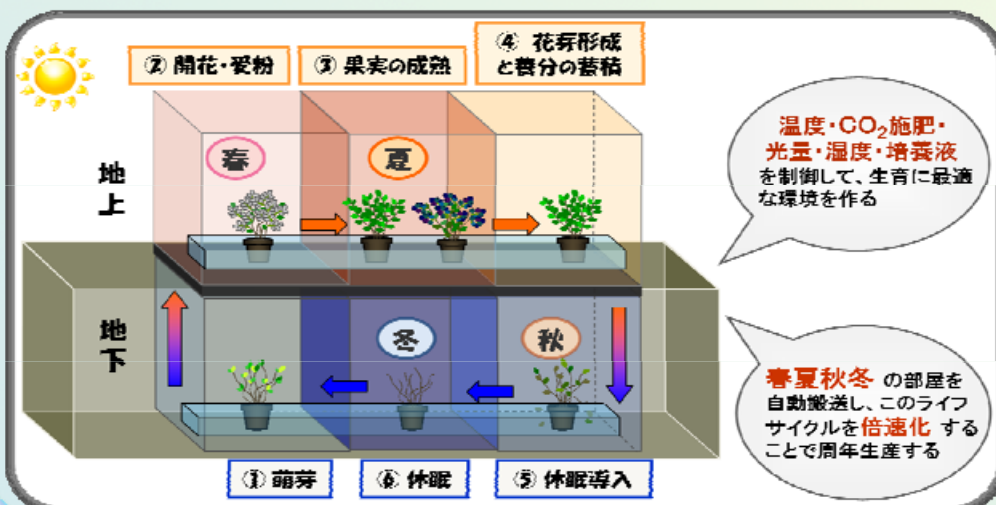
「高収量健康果樹管理技術開発のための都市型植物工場研究施設整備事業」

研究開発テーマ

高値取引市場がありながら需要に対する供給不足のブルーベリー(生果)栽培について、収益性の期待できる「果樹工場」モデルの実現をねらいとし、以下の研究を行います。

- ① 果実収量を増大させる最適環境の確立
- ② ライフサイクルの倍速化による周年生産技術の確立
- ③ 樹体を繰返し利用するための樹体健康管理技術の確立
- ④ 高付加価値果実をつくるための安定供給の確立
- ⑤ 自走式植物ポットの開発による自動化の確立
- ⑥ ICタグによる栽培情報の管理技術の確立

太陽光・人工光併用型果樹工場



事業実施にかかる連携体制

技術協力 企業支援

- ・東京都
- ・東京都農林総合研究センター

東京農工
大学

連携

参入希望の農家
および植物工場に
関心のある中小企業

参入支援

支援企業体

- ・日本医科器械(株)
(環境制御)
- ・カネコ種苗
(養液栽培)
- ・沖デジタルメー
ジング (LED)
- ・ぐるなび
(ブランド化) など

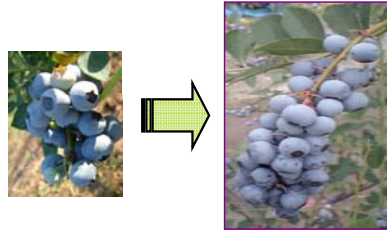
目標とする成果

- ・「安全が確保された果実の周年生産」の実現
- ・「甘く、抗酸化作用が高い果実生産」の実現
- ・「自走式植物ポットによる省力自動生産」の実現
- ・「1週間でできる果樹栽培研修教育」の実現

ブルーベリーの高品質・高収量健康果樹管理技術の確立によって、収益性の期待できる植物工場モデルが実現すれば、中小企業者の新規参入が実現

研究開発の内容 及び成果

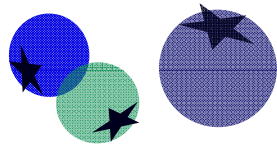
- ①工場生産適応品種の選択
- ②ライフサイクル倍速化
- ③光合成量増大による結実割合の増大



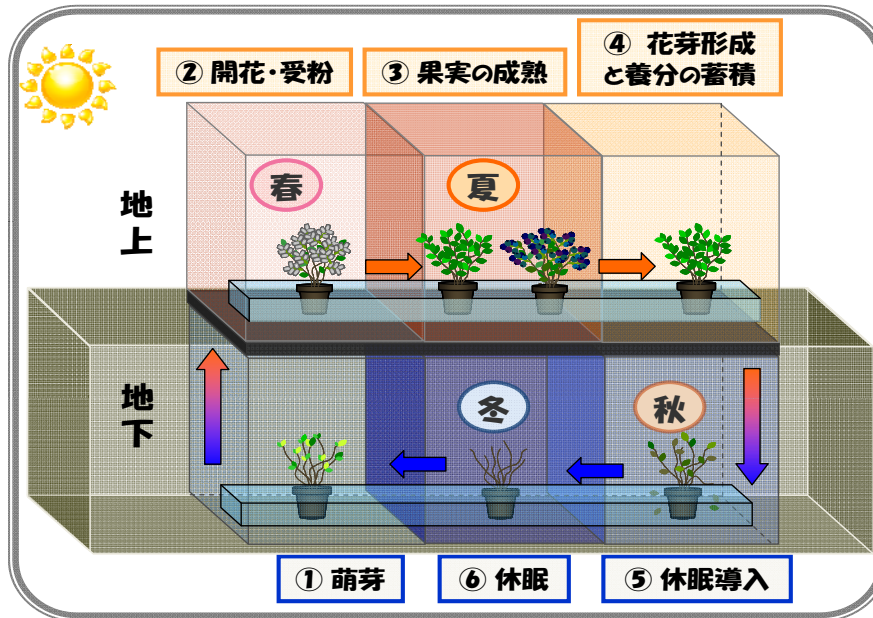
収量6倍化



高品質化

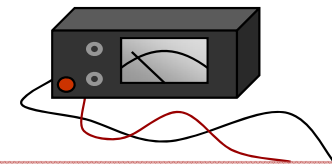


収穫直前の水分制御や昼夜の温度差を利用して糖含量を高める。ばらつきを少なくする技術開発をする



樹体健康管理

- ・早期発見による農薬に頼らない回復法の開発
- ・健全化のサイクル開発による樹勢管理ソフトを開発する。



高機能性成分 含有果実生産

- ・果実着色以降の低温とLED照射によりアントシアニン含量を高める。
- ・高酸化活性果実保証のための非破壊熟度判定技術を開発する。



栽培ノウハウの
マニュアル化

知能化・省力化

栽培情報蓄積にもとづく小型鉢樹体の管理と自動搬送システムを実現する (3年後)

